

<https://doi.org/10.61308/HUBS9978>

Статистически групировки при изследване нагласите на фермерите за внедряване практиките на прецизното земеделие

Ангел Саров^{1*}, Божидар Иванов¹, Михаела Михайлова¹, Божин Божинов²,
Силвия Василева²

¹Селскостопанска академия – София, Институт по аграрна икономика – София

²Аграрен университет – Пловдив

*E-mail: angel.sarov@gmail.com

Резюме: Прилагането на техники за прецизно земеделие води до значителни подобрения както в икономическо, така и в екологично отношение. Оптимизира използването на ресурси и намалява рисковете, пред които се изправят фермерите, свързани с природни явления, болести при растенията и животните, но увеличава технологичните рискове. Целта на статията е да се изследват нагласите на земеделски производители по отношение възможностите и перспективите за внедряване на технологиите на прецизното земеделие, като се идентифицират и установят най-възможните и обединяващи виждания и схващания, получени от проведено теренно проучване. В тази статия е използвана статистическа групировка за обработката на проведени анкети в стопанства в България. Предвид увеличаващата се роля на технологиите и важноста им за разширяване, подобряване и стабилизиране на стопанствата, ролята на прецизното земеделие в отрасъл „Селско стопанство“ се затвърждава.

Ключови думи: статистическо групиране; представителност; прецизно земеделие; нагласи; анкета

Statistical grouping in studying farmers' attitudes for adopting practices of precise agriculture

Angel Sarov^{1*}, Bozhidar Ivanov¹, Mihaela Mihailova¹, Bozhin Bozhinov², Silvia Vasileva²

¹Agricultural academy – Sofia, Institute of agricultural economics – Sofia

²Agricultural University – Plovdiv

*E-mail: angel.sarov@gmail.com

Citation: Sarov, A., Ivanov, B., Mihailova, M., Bozhinov, B., Vasileva, S. (2024). Statistical grouping in studying farmers' attitudes for adopting practices of precise agriculture. *Bulgarian Journal of Agricultural Economics and Management*, 69(1), 27-37 (Bg).

Abstract: The application of precision farming techniques leads to significant improvements both in economical and environmental point of view, facilitates the optimization of resource use and reduces farmers' risks in terms of natural and disease hazards but enhances the risk from technological faults. The whole article is to explore the attitudes of farmers regarding the possibilities and prospects for the implementation of precision agriculture technologies, identifying and establishing the most possible and unifying views and perceptions obtained from a field study. In this article, a statistical grouping is used to process surveys conducted in farms in Bulgaria. Given the growing role of technology and its importance in expanding, improving and stabilizing farms, the role of precision agriculture is becoming stronger in the agriculture industry.

Keywords: statistical grouping; representativeness; precise agriculture; attitudes; field survey

ВЪВЕДЕНИЕ

Прилагането на техники за прецизно земеделие може да доведе до значителни подобрения както в икономическо, така и в екологично отношение. Прецизното земеделие включва използването на напреднали технологии за оптимизиране на производството на култури чрез събиране и анализиране на данни за културите и след това приспособяване на земеделските техники по съответния начин (Salam and Usman, 2020). Прецизното земеделие включва внедряването на роботизирани селскостопански работници, оборудване, задвижвано от изкуствен интелект (AI) и съответните „умни“ системи, възхвалявано е с ентузиазъм за подобряване на добивите, укрепване на продоволствената сигурност, генериране на икономически растеж и борба с бедността (Foster et al., 2023). Въпреки потенциалните ползи обаче, възприемането на такива практики от фермерите е бавно и ограничено. Барьерите и ограниченията пред приемането на прецизното земеделие са разгледани от Da Silveira et al. (2023), Sharma et al. (2022), а Otieno (2023) вниква още по-дълбоко в тематиката и засяга темата за дигиталната сигурност при прилагането му. В България Zheleva and Delcheva (2023) анализират текущото състояние и последващото развитие на цифровизацията на земеделския сектор в България, докато Beluhova-Uzunova and Hristov (2020) констатират, че постепенното навлизане на прецизното земеделие в България е многостранно начинание, което изисква холистичен подход за справяне с опасенията около неговата рентабилност и ефективност.

Проучванията показват, че отношението и възприемането на фермерите към технологиите за прецизно земеделие играят решаваща роля при определяне на степента на тяхното внедряване. Резултатите от проучване (Examining Farmers' Adoption Decisions against Precision) доказват, че прилагането на практики за прецизно земеделие водят до значително по-добри икономически и екологични резултати. Фермерите, прилагащи прецизно

земеделие, имат по-високи добиви, подобрена ефективност за използване на водата и намалени емисии на парникови газове. От съществено значение е да се разберат факторите, които допринасят за приемането и нагласите на фермерите за техники за прецизно земеделие, за да се улесни широкото им прилагане и да се увеличат максимално ползите от тях. Според Sharma (2023) то улеснява събирането и анализа на детайлни данни, позволявайки прецизно проследяване на местоположението, картографиране и информирано вземане на решения при управлението на културите. Това от своя страна оптимизира използването на ресурсите. Разбирането какви са нагласите на фермерите за интегриране на прецизното земеделие в българското селско стопанство са основополагащи за развитието му в страната и подобряване на стопанската среда. Изследванията на въпросите, свързани с прецизното земеделие, се отличават не само с голямо разнообразие, както по отношение на целите, задачите и аспектите, които обхващат, но така и на методите, и средствата, които използват. Основното, което ги обединява, са именно възможностите и стремежите на тези практики да намаляват и да повишават ефективността за използване на ресурсите, а от друга – да дават отговор, по-точно, кога и какви ресурси, и мероприятия да бъдат осъществявани. Вегетационните индекси са един от подходите за оценка на ефективността от приложението на различните технологии, имащи отношение към прецизното земеделие. Vojinov et al. (2022) в свое изследване извеждат нуждата от усъвършенстване на вегетационните индекси, посочвайки, че „разработване на по-специфични индекси е необходимо, за да може да се разчита на по-фино разделяне на спектър на наблюдение чрез сензори, базирани на дронове, заедно с разработване и прилагане на усъвършенствани наземни сензори, специално настроени за селскостопански цели”.

Развитието на тези технологии и практики за правене на съвременно земеделие се случват във взаимодействието между развойните

и научни центрове, и земеделските производители, които внедряват и прилагат тези средства. Земеделските производители са не само ползватели на тези технологии, имат преки наблюдения от тяхната работа, но и осигуряват много често материална база, терен и данни, за да бъдат анализирани, оценявани и подобрявани резултатите. Целта на статията е да се изследват нагласите на земеделски производители по отношение възможностите и перспективите за внедряване на технологиите на прецизното земеделие, като се идентифицират и установят най-възможните и обединяващи виждания и схващания, получени от проведено теренно проучване.

МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

За разбиране и обследване на нагласите на фермерите по отношение различните практики, технологии и средства, които могат да бъдат квалифицирани, и се разглеждат като част от прецизното земеделие, са проведени теренни проучвания на територията на страната в периода 2022 – 2023 г. Съставен е въпросник с отворен и затворен тип въпроси, като посредством интервю са обхванати 36 земеделски производители на територията на страната. Те са от различни райони на страната и направената анкета не е представителна за конкретен регион или място, както и за специализация. Направена е проверка за представителност и за доверителност на резултатите на база икономическа класификация на стопанствата. В анкетата са подбрани стопанства с икономически размер – стандартна продукция, възлизащ на над 50 хил. евро, съгласно последното преброяване на земеделските стопанства в страната, проведено от Министерство на земеделието и храните, 2020 г. Общият брой на стопанствата над този клас са 11 009. Това са сравнително големи стопанства, които представляват около 8,3% от цялата съвкупност на стопанствата в България. Избраните стопанства в болшинството случаи са специализирани в областта на пол-

ските култури, което е и характеристика на цялата съвкупност.

Заради спецификата на изследването, което се базира на анкетно проучване, е проверена за представителността на направената извадка. Представителността има за цел посредством събраните данни да се даде отговор на поставен въпрос (Ramsey and Hewitt, 2005). Същите автори, позовавайки се на Deming (1986), посочват, че представителността им като съвкупност няма никакъв смисъл, ако не се оказва конкретно обектът, за което това се отнася. По този начин коректният въпрос трябва да бъде, представителност на какво и за какъв въпрос се отнася. Представителността в настоящето изследване е разглеждана в аспекта, доколко направената анкета и получените отговори за нагласите на фермерите за средствата и способите, попадащи в категорията на прецизното земеделие, могат да бъдат транспонирани и разгърнати за целия обхват от стопанствата с размер на стандартна продукция над 50 хил. евро. За да се направи това изследване на представителността могат да се приложат различни статистически методи за измерване на статистическия интервал за доверителност. Simundic (2008) предлага следната формула за изчисление на доверителния интервал:

$$CI(95\%) = (\bar{X} - Z \frac{\sigma}{\sqrt{N}}) - (\bar{X} + Z \frac{\sigma}{\sqrt{N}}) \quad (1)$$

Първата част от формулата дава долната граница на доверителния интервал, докато втората част очертава горната граница на доверителния интервал за онази област на извадката, която е надеждна и е извън статистическата грешка. По този начин, колкото по-малка е статистическата грешка, толкова по-представителна е извадката и доверителният интервал е по-голям. Когато се работи с извадка, трябва да се отчете наличието на връзка между размера на извадката и стандартната грешка и оттам с доверителния интервал. Колкото по-малка е извадката, толкова по-голяма се предполага да е стандартната грешка (С) и да е по-нисък доверителният интервал, който извадката обхваща, и обратно.

Един от най-разпространените методи за определяне размера на извадката е направен от Cochran (1963).

Същевременно Иванов предлага модификация на формула (2), която може да има вида (Иванов в Башев и кол., 2021, Иванов и кол., 2022):

$$SS = \frac{Z*(1+CV*p)}{c^2} \quad (2)$$

Елементите на формула (2) включват установяване на размера на извадката (SS), коефициент на вариация (CV) на общата съвкупност, вероятността дадено стопанство и група от такива стопанства да бъде представено в извадката, а Z е коефициентът при съответния доверителен интервал. При елемента p – вероятността дадено стопанство да попадне в извадката се приема, че тя може да бъде и над 0,5, като когато е 1, означава, че нито едно от попадащите в съвкупността стопанства не се изключва предварително (Иванов и кол., 2022). Самият коефициент p заема стойност 0, когато структурата на извадката съвпада в пълна степен със структурата на наблюдаваната съвкупност, докато е 1, когато има пълно разминаване между двете съвкупности. В направеното изследване p на извадката е изчислено на 0,3, което означава, че на 70% направената извадка отразява разпределението, което има в цялата популация.

Иванов (2020) предлага различен начин за формиране на финалния брой на единиците в извадката, което произтича от формула (3), и се изразява по следния начин:

$$SS_{FN} = \frac{SS}{1 + \frac{(SS - \sqrt{P})}{(SS + \sqrt{P})}} \quad (3)$$

С оглед на предрешения брой на стопанствата, обхванати в анкетното проучване, това, което се прави, е установяване на границите на доверителност и на стандартната грешка. От изчисленията се получава, че средната – \bar{X} , която е едната компонента за получаване на коефициента на вариация на съвкупността, е 294 хил. евро, докато стандартното отклонение σ е 269 хил. евро. Оттам коефициентът на вариация (CV) се изчислява

на 0,91. От прегледа на разпределение на извадката се приема, че вероятността за припокриване на извадката с генералната популация от стопанства е на 70% и коефициентът $p = 0,3$. Прилагайки формулите за измерване на грешката, изразяваща се в недостатъчна сигурност за покритие на извадката с генералната съвкупност (2 и 3), и знаейки размера на анкетния обхват (SS) от 36 стопанства и обща популация от 11009 стопанства, C се установява на 0,29. Това означава, че нивото на доверителност на направеното проучване, което обхваща най-големите стопанства в България, е 0,71. Приема се, че извадката може да претендира за представителност на 71% от обхвата на стопанствата, попадащи в най-високите икономически класове със стандартна продукция от над 50 хил. евро. Може да се приеме, че направеното проучване от 36 стопанства може да претендира за покритие на 71% от всички стопанства в тези икономически класове.

Статистически се приема за надеждно и релевантно, когато границите на доверителност са поне над 90%. В настоящия случай степента на доверителност е много под тези равнища, но все пак остава над долния праг на стандартен доверителен интервал, възприет на 68%. Ето защо, макар и с недостатъчно висока представителност, проведеното проучване има своето значение и едно допустимо покритие от 71% върху целия обхват на всички стопанства с икономически размер от над 50 хил. евро. За нуждите на това изследване, което визира прецизното земеделие и внедряването на най-новите, иновативни и съвременни технологии за производство, това е и най-подходящата съвкупност от стопанства, които първи се очаква да започнат и да разширяват използването на такива средства за производство в земеделието.

С оглед доверителния интервал за допустимо отклонение, което може да има при извеждането на отговорите, събрани в анкетата, се прави изчисление на този интервал. За целта не се използва стандартният метод за изчисляване, даден във формула (1), а се използва

подходът, разработен от Иванов (2020), предназначен за нуждите на проектното изследване. Този подход представлява алгоритъм, чрез който след разделяне на направената извадка от 36 анкети се формират две групи, по напълно независим и обективен признак. Този подход припознава съществуването на стандартна грешка (σ) при вече определени граници на доверителност и представителност на извадката, като предлага допълнително калибриране на извадковата средна – $\overline{X_{total}}$, при установяването на средните и допустимото отклонение, разкрито чрез доверителния интервал и извадковата грешка. Този начин на проверка за възможните отклонения, които трябва да бъдат отчетени от получените резултати, приема, че ако направената извадка от анкетираните стопанства е напълно представителна, за да може да бъде екстраполирана с цел да се тълкуват резултати, визирайки цялата съвкупност, тогава делението на две отделни и по обективен признак групи в самата извадка не трябва да индикира извадкова грешка (SE). От своя страна, наличието на такива отклонения дава основание да се изчисли, както извадковата грешка, така и стандартното отклонение (σ), както и една нова средна $\overline{X_{New}}$. Този подход е различен от стандартния статистически метод за изчисляване на грешката и доверителния интервал, като предлага промяна на средната, която се получава при извадката, защото средната за цялата извадка – $\overline{X_{total}}$, не е достатъчно статистически солиден и предполага необходимостта от допълнителни корекции на средната.

Описанието на този алгоритъм, направен от Иванов (2020) и разписан също в Иванов и кол. (2022), включва следните стъпки:

$$SE = \frac{\sigma_1 * (1-R)}{\overline{X_{total}}} - \frac{\sigma_2 * (1-R)}{\overline{X_{total}}} \quad (4)$$

$$R = \frac{n_{ss}}{N_{pop}} \quad (5)$$

След обособяването на двете групи, на случаен принцип, тогава двете подгрупи могат да имат различаващи се групови средни – $\overline{X_1}$ и $\overline{X_2}$, но техните стандартни отклонения по групи – σ_1 и σ_2 , ще бъдат еднакви или мно-

го сходни. Извадковата грешка зависи и от представителността – R , която е пропорционална на извадковите наблюдения и цялата съвкупност – N_{pop} (Иванов и кол., 2022). Иванов (2020) предлага това да стане, като новата извадкова средна – $\overline{X_{Newtotal}}$, се изчислява в следните зависимости:

Ако $\overline{X_{total}} > \text{Median}$ тогава,

$$\overline{X_{Newtotal}} = \left[\left(\overline{X_2} - \frac{\overline{X_1}}{2} * SE \right) + (\overline{X_1}) \right] / 2 \quad (6)$$

При $\overline{X_{total}} < \text{Median}$ тогава,

$$\overline{X_{Newtotal}} = \left[\left(\overline{X_1} + \frac{\overline{X_2}}{2} * SE \right) + (\overline{X_2}) \right] / 2 \quad (7)$$

Правилото е винаги двете групи да са подредени в следната последователност, където $\overline{X_1} > \overline{X_2}$. Заложеното е, когато $\overline{X_{total}} > \text{медианата}$ и извадковата грешка е различна от 0, тогава новата средна на извадката $\overline{X_{Newtotal}}$ да бъде под получената първоначално извадкова средна – $\overline{X_{total}}$, което е обратно, в случай че $\overline{X_{total}} < \text{медианата}$ (Иванов и кол., 2022). В случая на направеното изследване, в което са разгледани нагласите на земеделските производители в най-високите класове по икономически размер, по различни аспекти на внедряването и навлизането на практиките на прецизното земеделие, се търсят средните по тежест и споделяне мнения и разбирания по поставените въпроси. Всеки един от въпросите, отправен към анкетираните представители на земеделските стопанства в проучването, съдържа определен набор от възможни отговори, които получават тежест в зависимост от получените предпочитания от респондентите. По този начин, когато се посочва средна, трябва да се разбира средната честота на най-възможните и обединяващи отговори, около които се обединяват анкетираните. В зависимост от това къде попада новата средна $\overline{X_{Newtotal}}$ и какъв е доверителният интервал, в който тя се приема, определяна от извадковата грешка SE , както и от стандартното от-

клонение, получено в двете групи (σ_1 и σ_{2*}), тази средна на посочените отговори може да се счита за най-възможна, обединяваща и свързваща анкетираните. По този начин, в определени случаи от дадените въпроси може да има един отговор, считан със средна тежест на избиране сред анкетираните, когато стандартното отклонение е недостатъчно голямо да формира по-голям доверителен интервал на вариране и повече отговори, които да попадат в този доверителен интервал. Това означава по-голямо разсейване на възможната средна честота и респективно отговори, които да бъдат изведени, попадащи в рамките на доверителния интервал.

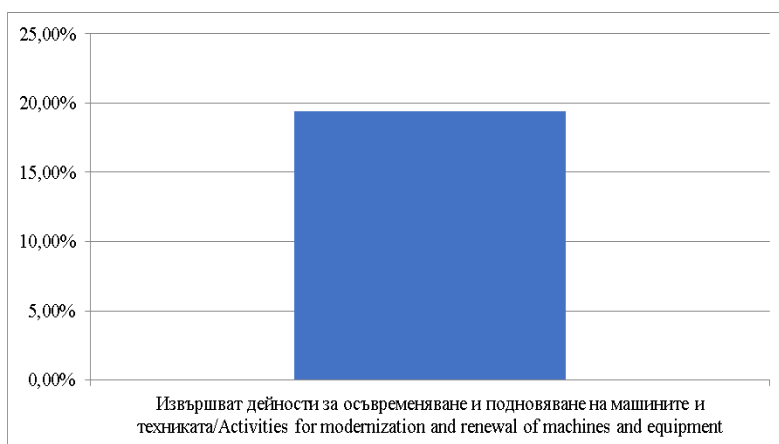
РЕЗУЛТАТИ

В потвърждение на предложената методика са представени резултатите от анкетата и направените изчисления. Тяхната интерпретация е на база проверка на извадково групиране, получено при обработените данни на 6 въпроса. Те ни дават представа за средната честота на най-възможните отговори по отделните въпроси, на база интерполация на резултатите и представителност на общата

съвкупност. Визуализацията на резултатите е представена посредством графично изображение.

Според резултатите от обработка на анкетата - на въпроса „Какви практики прилагате, за да подобрите производството във вашето стопанство?“, с най-голяма възможна честота на отговорите (19,4%) са дейностите за осъвременяване и подновяване на машините и техниката (фиг. 1). Обработката на отговорите на този въпрос получават най-ниска стойност на стандартно отклонение (Sigma 0,15 – 0,17), което може да се тълкува, че процентът на отговорилите се групира много близо до една и съща средна стойност.

Цените и високите разходи, необходими за внедряването на прецизното земеделие, са основните възпиращи фактори за прилагане на прецизни технологии според анкетираните. Този отговор е с най-висока средна честота на отговорите на поставения въпрос (фиг. 2). На следващо място е повишаването на ефективността и минимизирането на риска като водещ елемент за/или спираща мотивация на земеделските производители. Естествено, че отговорилите на анкетата застъпват тезата, че внедряването на прецизни технологии ще допринесе за подобряване на управле-



Фиг. 1. „Какви практики прилагате, за да подобрите производството във вашето стопанство?“
Fig. 1. “What practices do you implement to improve production on your farm?”

Източник: Изчисления на Иванов (2024)./Source: Ivanov's calculations (2024).

нието в земеделските стопанства. Моделът е със Sigma 0,6, което означава увеличение на точката на разсейване, като включва вече два от възможните отговори в анкетата.

Електронните сайтове и медии са едни от водещите източници за информация, от кои-

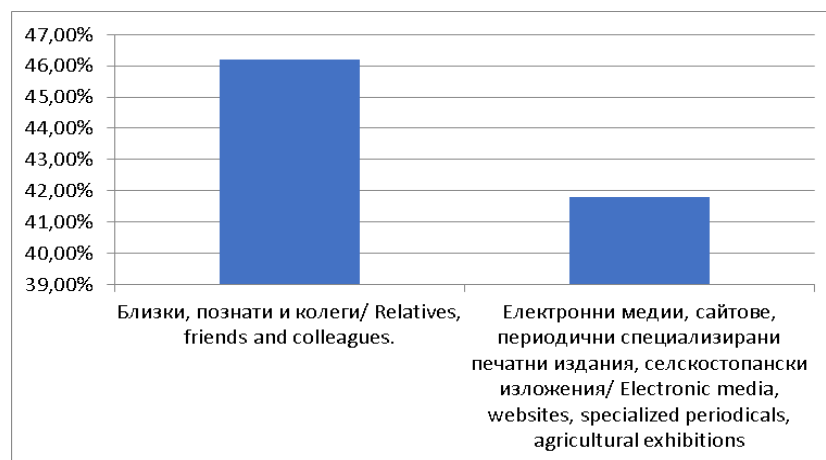
то респондентите се запознават с новите технологии в земеделието (фиг. 3). Според изчисленията, с най-висока средна честота на възможните отговори (над 46%) са дискусиите с близки, познати и колеги, като средство за набиране на информация. Това поставя въпро-



Фиг. 2. „Според Вас кои са основните фактори, които оказват влияние върху внедряването на прецизното земеделие?“

Fig. 2. “In your opinion, what are the main factors influencing the implementation of precision agriculture?”

Източник: Изчисления на Иванов (2024)./Source: Ivanov's calculations (2024).



Фиг. 3. „Откъде се запознахте с техниките и методите за прецизно земеделие?“

Fig. 3. “Where did you learn precision farming techniques and methods?”

Източник: Изчисления на Иванов (2024)./Source: Ivanov's calculations (2024).

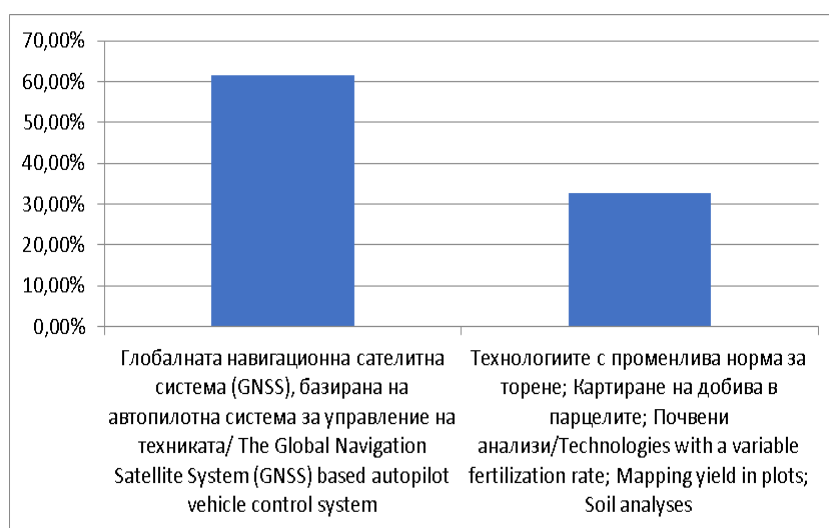
си, доколкото неформалните отношения са полезен инструмент за запознаване с новостите в земеделската наука и практика. Тази средна на посочените отговори се приема за най-възможният отговор, върху който се обединяват и консолидират анкетиранияте.

Според получените резултати на въпроса „Какви техники за прецизно земеделие използвате?“, Sigma е в границите 0,14 – 0,22, и отчита с най-голяма възможна честота на отговорите, на първо място глобалната навигационна сателитна система (GNSS), базирана на автопилот на система за управление на техниката, с над 60% вероятност на отговорите. На второ място като най-възможен отговор, на база 70% представителност, са различните технологии с променлива норма на торене, почвени анализи, картиране на добива и др. Тази опция е с над 30% възможна средна честота при възможните отговори (фиг. 4).

Според резултатите от изчисленията, в отговорите на следващия въпрос, три отговора са включени в границите на доверителност при стандартната грешка (0,8). С най-голяма средна честота на вероятност е намалението на производствените разходи до 5%, като оп-

ция за отчитане на икономическите ползи от внедряването на прецизно земеделие (фиг. 5). Това е отговорът, който в най-голяма степен покрива възможните отговори на общата популация.

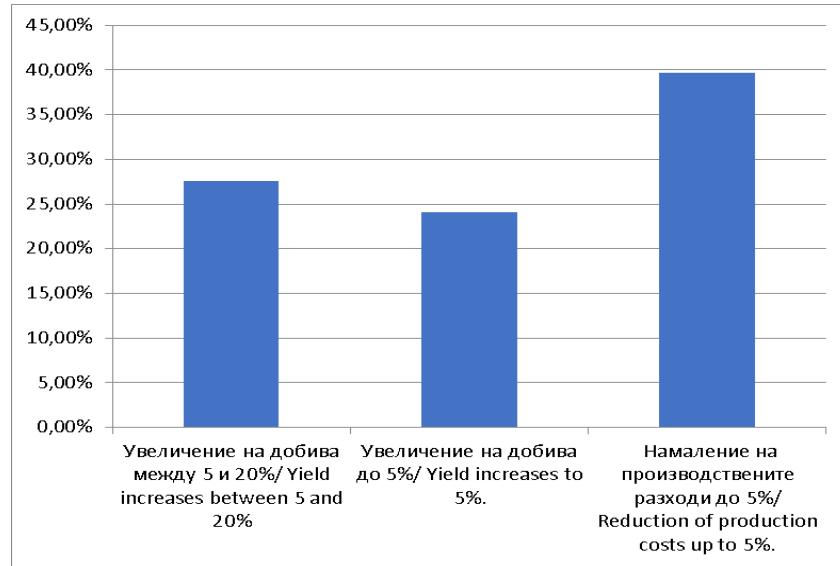
Голямо стандартно отклонение предполага, че данните са разположени върху голям набор от стойности. При обработката на данните на последния въпрос Sigma е в диапазона 1,19 – 1,90 и се наблюдава разпръскване на възможните отговори. Според резултатите от изчисленията на въпроса – „Какво възпрепятства въвеждането на иновации в селскостопанското производство?“, се наблюдава именно подобно разпределение с четири възможни отговора, с най-висока средна честота. С най-висока честота е позицията, че в страната липсват подходящи финансови инструменти за подпомагане внедряването на прецизно земеделие. Този отговор заема 28% като възможна честота на отговорите с достоверност 70% от популацията. В съвкупността попадат и отговорите, отнасящи се до липсата на подготвени кадри, като възпрепятстващи фактори за въвеждането на иновации в селскостопанското производство.



Фиг. 4. „Какви техники за прецизно земеделие използвате?“

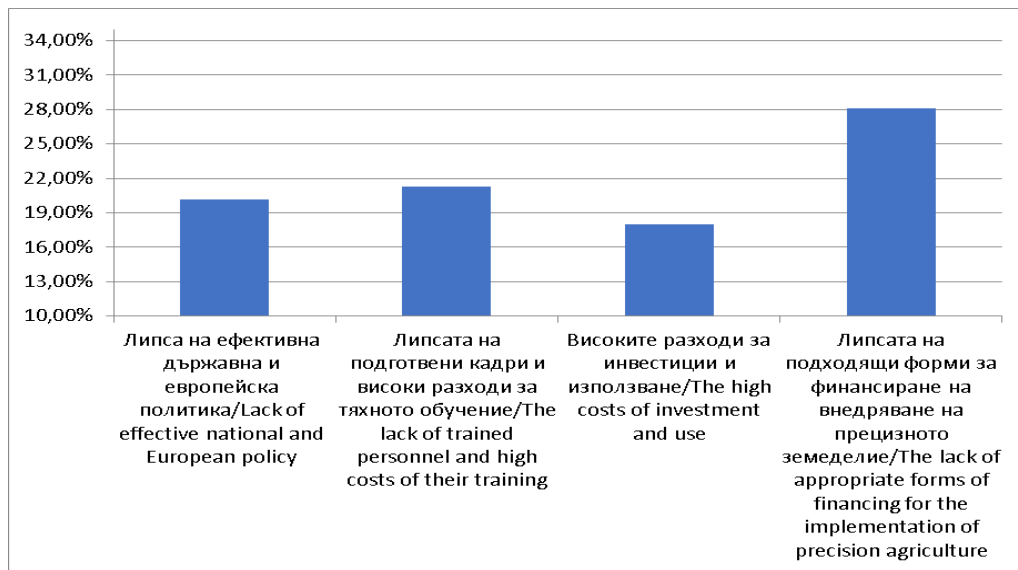
Fig. 4. “What precision farming techniques do you use?”

Източник: Изчисления на Иванов (2024)./Source: Ivanov’s calculations (2024).



Фиг. 5. „Според Вас какви са икономическите ползи от внедряването на прецизно земеделие?“
Fig. 5. “In your opinion, what are the economic benefits of implementing precision agriculture?”

Източник: Изчисления на Иванов (2024)./Source: Ivanov's calculations (2024).



Фиг. 6. „Според вас какво възпрепятства въвеждането на иновации в селскостопанското производство?“

Fig. 6. “In your opinion, what hinders the introduction of innovations in agricultural production?”

Източник: Изчисления на Иванов (2024)./Source: Ivanov's calculations (2024).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследването на въпросите, свързани с нагласите към практиките на прецизното земеделие, дава възможност да се видят и раз-

берат определени схващания, оценки, очаквания на земеделските производители в България. Направеното изследване обхваща стопанствата с икономически размер над 50 хил. евро, като извадката показва, че проучването

успява да покрие минималните допустими равнища за статистическа значимост. Макар тази група стопанства да съставляват едва около 8% от всички стопанства в страната, фермите, попадащи в тази група, показват най-голяма склонност, интерес и имат ресурсни възможности да използват различните технологични подобрения от прецизното земеделие. Направеното изследване се базира на статистически методи за изследване на представителността за намиране на средното разпределение от най-възможните и най-често срещани отговори, които земеделските производители дават на отделните въпроси, свързани с практиките на прецизното земеделие. Макар отговорите да не бъдат класифицирани в рангова скала за оценка, те получават тежест, свързана с броя на посочените отговори по всеки въпрос. Използваните статистически групировки за обработка на резултатите дават възможност да се направи селекция и допълнително синтезиране на резултатите, ориентирани към средни разпределения, като се отчитат същевременно съществуването на грешки и отклонения, произтичащи от вида на изследването и структурата на извадката. По този начин е направен опит, работейки с извадкови данни, те да бъдат подложени на допълнителни проверки за представителност, статистически грешки и доверителни граници на статистически значимите отговори. Това повишава надеждността и издържаността на получените резултати и позволява синтезиране на по-ясни и конкретни изводи и заключения.

Благодарности

Статията е подготвена по проект, финансиран от Фонд „Научни изследвания“, на тема: „Оптимизиране параметрите на прецизното земеделие за подобряване ефективността на производството и проследяемостта на продуктите от селското стопанство“, по договор КП-06-Н36/5 от 13.12.2019 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Beluhova-Uzunova, R., & Hristov, K.** (2020). Models for balanced development of Bulgarian rural regions in the context of CAP post-2020. *Trakia Journal of Sciences*, 18(1), 491-497. <https://doi.org/10.15547/tjs.2020.s.01.080>
- Bojinov, B., Ivanov, B., & Vasileva, S.** (2022). Current state and usage limitations of vegetation indices in precision agriculture. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 28(3), 387-394.
- Cochran, W. G.** (1963). *Sampling Techniques*. 2nd Ed., New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Da Silveira, F., Da Silva, S. L. C., Machado, F. M., Barbedo, J. G. A., & Amaral, F. G.** (2023). Farmers' perception of the barriers that hinder the implementation of agriculture 4.0. *Agricultural Systems*, 208, 103656. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103656>
- Deming, W. E.** (1986). *Out of the crisis*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.
- Foster, L. A., Szilagyi, K., Wairegi, A., Oguamanam, C., & De Beer, J.** (2023b). Smart farming and artificial intelligence in East Africa: Addressing indigeneity, plants, and gender. *Smart Agricultural Technology*, 3, 100132. <https://doi.org/10.1016/j.at-ech.2022.100132>
- Ivanov, B.** (2020). Raboten document na metodika za izchislitelnite analizi I opredelyane na predstavitelnostta na izvadvkata pri anketno prouchvane i polouchavane na srednite I razlichnite grupirovki. Institut po agrarna Ikonomika po proekt "Optimizirane parametrite na preciznoto zemedelie za podobriavane efektivnostta na proizvodstvoto i proslediaemostta na produktite ot selskoto stopanstvo" (Bg).
- Ivanov, B.; Vasileva, S.; Bachev, Hr.; Toteva, D.; Sarov, A.; Mihaylova, M.** (2022). Classification of farm scale and approach for sample's processing. *Ikonomika i upravlenie na selskoto stopanstvo*, 67(1), 60-70 (Bg).
- Otieno, M.** (2023). An extensive survey of smart agriculture technologies: Current security posture. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 18(3), 1207-1231. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.18.3.1241>
- Ramsey, C. A., & Hewitt, A. D.** (2005). A methodology for assessing sample representativeness. *Environmental Forensics*, 6(1), 71-75. https://www.researchgate.net/publication/239820911_A_Methodology_for_Assessing_Sample_Representativeness
- Salam, A., Usman, R.** (2020). Decision Agriculture - Purdue e-Pubs. Paper 47. https://docs.lib.purdue.edu/cit_articles/47 (n.d.) Retrieved January 11, 2024, from docs.lib.purdue.edu https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1049&context=cit_articles

- Sharma, S.** (2023). Precision Agriculture: Reviewing the Advancements, Technologies, and Applications in Precision Agriculture for Improved Crop Productivity and Resource Management. *Reviews In Food and Agriculture (RFNA)* 4(2) (2023) 41-45 <http://doi.org/10.26480/rfna.02.2023.41.45>
- Sharma, V., Tripathi, A., & Mittal, H.** (2022). Technological revolutions in smart farming: Current trends, challenges & future directions. *Computers and Electronics in Agriculture*, 201, 107217. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107217>
- Simundic, A.** (2008). "Confidential Interval". *Biochemia Medica*, 18(2), pp. 154-61. https://www.researchgate.net/publication/255710466_Confidence_interval
- Zheleva, V., Delcheva, E.** (2023). Digitalization of agriculture in Bulgaria. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, Vol. 23, Issue 2, 2023PRINT ISSN 2284-7995, E-ISSN 2285-3952.
- Precision Agriculture Policy & Adoption Outlook. (2023). Retrieved January 11, 2024, from cid-inc.com.

Постъпила – 18 януари 2024 г.; Одобрена – 29 януари 2024 г.; Публикувана - март 2024 г.